

فصل

۲۹

خصوصیات کلی ویروس‌ها

تک‌سلولی مانند مایکوپلازما، باکتری‌ها، جلبک‌ها و حتی گیاهان و جانوران عالی نیز شناسایی شده‌اند. تأثیر عفونت‌های ویروسی بر میزبان در فصل ۳۰ توضیح داده شده است. در خصوص ارتباط ویروس - میزبان از مطالعات انجام شده بر روی باکتری‌فواژها (ویروس‌هایی که به باکتری‌ها حمله می‌کنند) اطلاعات زیادی به دست آمده است. این موضوع در فصل ۷ شرح داده شده است. خصوصیات هر یک از ویروس‌ها در بخش‌های ۳۱ و ۴۴ بحث شده است.

اصطلاحات و تعاریف در ویروس‌شناسی

دی‌گرام‌های شماتیکی از ویروس‌هایی با تقارن بیست‌وجهی و ماریپیچی در شکل ۱-۲۹ نشان داده شده است. ترکیبات سازنده ویروسی در زیر توصیف شده‌اند.

کپسید (Capsid): پوشش پروتئینی که اسید نوکلئیک ژنوم را دربر می‌گیرد.

کپسومرها: واحدهای مورفولوژیکی مشاهده شده توسط میکروسکوپ الکترونی در سطح ذرات بیست‌وجهی می‌باشند. کپسومرها شامل مجموعه‌ای از پلی‌پپتیدها هستند، اما واحدهای مورفولوژیک الزاماً از نظر شیمیایی معادل واحدهای ساختاری تعریف شده نیستند.

ویروس‌ها، کوچک‌ترین عوامل عفونی با قطر ۲۰ تا ۳۰۰ نانومتر می‌باشند و حاوی یک نوع اسید نوکلئیک (DNA یا RNA) در ژنوم خود هستند. یک پوشش پروتئینی اسید نوکلئیک ویروس را در بر گرفته و غشای لیبیدی نیز ممکن است آن را احاطه نماید. واحد کامل عفونی ویریون (Virion) نام دارد. ویروس‌ها در سطح ژنتیکی انگل‌هایی هستند که در محیط خارج سلولی، غیرفعال بوده و فقط در سلول‌های زنده قادر به تکثیر می‌باشند. اسید نوکلئیک ویروس، اطلاعات ضروری برای سنتز ماکرومولکول‌ها را جهت تولید ویروس‌های نسل بعد در سلول میزبان دارد. تعداد زیادی از کپی‌های اسیدهای نوکلئیک و پوشش پروتئینی ویروس طی تکثیر ساخته می‌شوند. پروتئین‌های پوشش با همدیگر تجمع و کپسید را تشکیل می‌دهند. کپسید اسید نوکلئیک را احاطه کرده و از عوامل محیطی خارج سلولی محافظت و اتصال و نفوذ ویروس را به سلول‌های حساس جدید تسهیل می‌کند. عفونت ویروسی ممکن است بدون هیچگونه اثر بوده یا اثر محدودی روی سلول میزبان داشته باشد و یا ممکن است به سلول میزبان آسیب رسانده یا موجب مرگ آن شود. ویروس‌ها تنوع زیادی داشته و از نظر ساختمان، تشکیلات ژنوم، بیان ژنوم، روش‌های تکثیر و انتقال نیز تفاوت زیادی با هم دارند. یک ویروس ممکن است میزبان‌های خیلی زیاد یا خیلی محدود داشته باشد. ویروس‌های قادر به آلوده کردن ارگانیسم‌های

ویروس ناقص (Defective virus): یک ذره ویروسی که از نظر عملکردی در بعضی از جنبه‌های تکثیر نقص دارد.

پوشش (Envelope): غشاء لیپیدی که برخی از ذرات ویروسی را احاطه می‌کند. در طی کامل شدن ویروس بر اثر جوانه زدن از غشاء سلول میزبان این پوشش حاصل می‌شود (مراجعه به شکل ۳-۲۹). گلیکوپروتئین‌هایی که توسط ویروس کد می‌شوند در سطح پوشش قرار می‌گیرند. این برجستگی‌ها را **پیلومرها (Peplomer)** می‌نامند.

نوکلئوکپسید (Nucleocapsid): مجموعه پروتئین - اسید نوکلئیک که مؤید ساختار بسته‌بندی شده ژنوم ویروس است. این اصطلاح معمولاً در مواردی به کار می‌رود که نوکلئوکپسید، زیرساختاری از ذرات ویروسی پیچیده‌تر باشد.

واحدهای ساختمانی (Structural units): اجزای ساختمانی که در پوشش پروتئینی coat قرار دارند. آنها معمولاً شامل مجموعه‌ای از بیش از یک زیرواحد پروتئینی غیریکسان می‌باشند. واحدهای ساختمانی را اغلب، **پروتومر (Ptoromer)** می‌نامند.

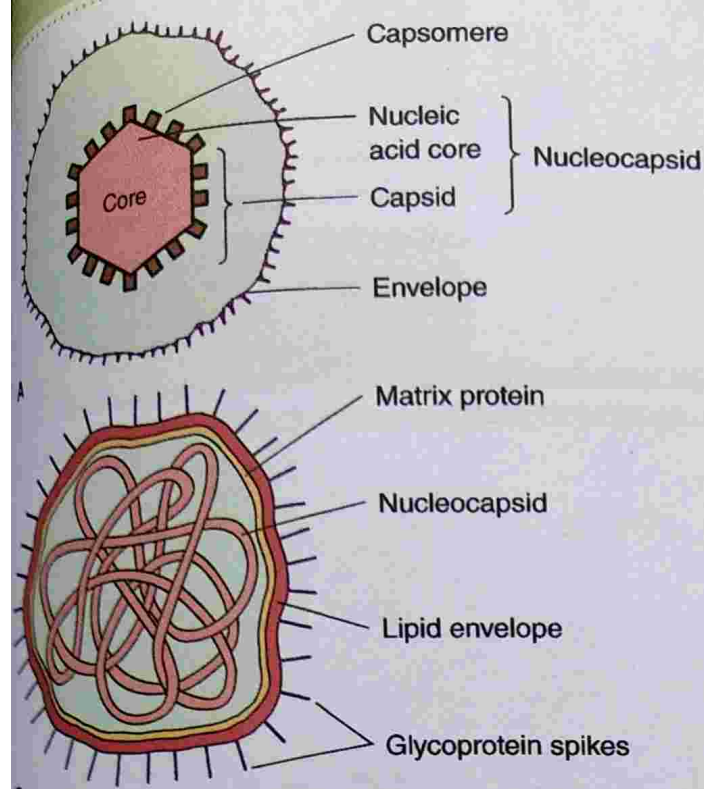
زیرواحد (Subunit): به یک زنجیره پلی‌پپتیدی تاخوردی ویروس یک زیرواحد می‌گویند.

ویریون (Virion): ذره کامل ویروسی را گویند. در بعضی موارد مانند پاپیلوما ویروس‌ها و پیکورناویروس‌ها، به نوکلئوکپسید ویریون می‌گویند. در ویریون‌های پیچیده‌تر مانند هرپس ویروس‌ها و ارتومیکسوویروس‌ها، به نوکلئوکپسید و پوشش اطراف آن ویریون گفته می‌شود. این ساختار (ویریون)، انتقال اسید نوکلئیک از سلولی به سلول را بر عهده دارد.

منشأ تکاملی ویروس‌ها

هنوز منشأ تکاملی ویروس‌ها شناسایی نشده است. بین ویروس‌های دارای DNA، ویروس‌های حاوی RNA و ویروس‌هایی که هم DNA و هم RNA را به عنوان ماده ژنتیکی در طی مراحل مختلف حیات‌شان استفاده می‌کنند، اختلافات زیادی وجود دارد. ویروس‌های مختلف، احتمالاً منشأ تکاملی متفاوتی دارند. در مورد منشأ ویروس‌ها دو فرضیه وجود دارد که عبارتند از:

۱. ویروس‌ها ممکن است از اجزای DNA یا RNA یا هر دو نوع اسید نوکلئیک سلول‌های میزبان که توانایی تکثیر خودکار پیدا نموده و به طور مستقل تکامل یافته‌اند، حاصل



شکل ۱-۲۹. طرح شماتیکی از اجزای تشکیل دهنده ویروس کامل (ویریون). A. ویروس حائل پوشش با تقارن بیست وجهی تمامی ویروس‌های دارای تقارن بیست وجهی دارای پوشش نمی‌باشند. B. ویروس با تقارن مارپیچی

شده باشند. آنها شبیه ژن‌هایی هستند که توانایی زندگی و عملکرد مستقل از سلول را کسب کرده‌اند. بعضی از ژن‌های ویروسی با بخش‌هایی از ژن‌های سلولی کدکنندهٔ دومن‌های عملکردی پروتئین شباهت دارند. شاید تکامل بعضی از ویروس‌ها به این صورت رخ داده باشد.

۲. ویروس‌ها ممکن است اشکال تحلیل یافته‌ای از انگل‌های درون سلولی باشند. شواهدی مبنی بر ایجاد ویروس‌ها از باکتری‌ها وجود ندارد، اگرچه ارگانسیم‌های درون سلولی اجباری نظیر کلامیدیا و ریکتزیا ممکن است از باکتری‌ها بوجود آمده باشند. با وجود این پاکس ویروس‌ها بزرگ و پیچیده بوده و ممکن است در اثر تکامل بعضی از اجداد سلولی به وجود آمده باشند.

طبقه‌بندی ویروس‌ها

اساس طبقه‌بندی

اساس طبقه‌بندی ویروس‌ها را ویژگی‌های زیر تشکیل می‌دهند. میزان اطلاعات موجود برای تمام ویروس‌ها یکسان نیست. امروزه، توالی، باب، ژنوم غالباً در خط اول تشخیص ویروس بکار

گرفته می‌شود و انجام مقایسه [این ترادفها] با بانک اطلاعاتی، یافته‌های دقیقی را برای طبقه‌بندی ویروس، پیشگویی ترکیب ساختاری پروتئین و ارتباط رده‌بندی آن با سایر ویروس‌ها فراهم می‌آورد.

1. مورفولوژی ویریون شامل اندازه، شکل، نوع تقارن، داشتن یا نداشتن پیلومر و حضور و نبود غشاها.
2. خصوصیات ژنوم ویروس شامل نوع اسید نوکلئیک (DNA یا RNA)، اندازه ژنوم، تعداد زنجیره (منفرد یا دورشته‌ای)، خطی یا حلقوی بودن، نوع زنجیره از نظر پلاریته (مثبت، منفی یا هر دو)، قطعات (تعداد، اندازه)، توالی نوکلئوتیدی، محتوای C+G، وجود اشکال اختصاصی (عناصر تکراری، ایزومریزاسیون، کلاهک انتهای 5'، پروتئین متصل شده به طور کووالانسی به انتهای 5'، زنجیره Poly A انتهای 3').
3. سازمان‌دهی و تکثیر ژنوم شامل توالی و ترتیب ژن، تعداد و موقعیت **قالب خواندن باز** (Open reading frame)، روش‌های تکثیر (الگوی نسخه‌برداری و ترجمه) و مکان‌های سلولی (تجمع پروتئین‌ها، اسمبلی ویریون، رهایی ویریون).
4. ویژگی‌های پروتئینی ویروس شامل تعداد، اندازه و عملکرد پروتئین‌های ساختمانی و غیرساختمانی ویروس، توالی اسیدهای آمینه، تغییرات (گلیکوزیله شدن، فسفوزیله شدن، میریستیله شدن) و فعالیت‌های عملکردی خاص (ترانس کریپتاز، ترانس کریپتاز معکوس، نورآمینیداز، فعالیت‌های ادغام).
5. خواص آنتی‌ژنی، به ویژه میانکنش با آنتی‌سرم‌های متنوع.
6. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ویریون، عبارتست از: وزن مولکولی، چگالی شناورسازی، پایداری pH، پایداری حرارتی، و حساسیت به عوامل فیزیکی و شیمیایی به ویژه مواد حلال و دترجنت‌ها.
7. خواص بیولوژیکی عبارتست از: طیف میزبان طبیعی، روش انتقال، ارتباطات حامل، بیماری‌زایی، گرایش بافتی و پاتولوژی.

سیستم جهانی طبقه‌بندی ویروس‌ها

سیستمی طراحی شده است که در آن ویروس‌ها بر اساس مورفولوژی ویریون، ساختار ژنوم، و روش‌های تکثیر به دو گروه

اصلی - که **خانواده** (1) نامیده می‌شود - تفکیک شده‌اند. پسوند **ویریده** (Viridae) اسامی خانواده ویروس‌ها را نشان می‌دهد. جدول ۱-۲۹ الگوی عمومی مورد استفاده در طبقه‌بندی را نشان می‌دهد. شکل ۲-۲۹ طرحی از خانواده‌های ویروس‌های حیوانی را نشان می‌دهد.

براساس اختلافات بیولوژیک، ژنومیک، فیزیکی و شیمیایی یا سرولوژیکی در هر خانواده، تقسیمات کوچکتری به نام **جنس** (2) وجود دارد. معیارهای تعریف جنس در خانواده‌های مختلف متفاوت است. معمولاً پسوند **Virus** را به جنس اضافه می‌کنند. یک طبقه‌بندی بزرگتر تحت نام **زیرخانواده** (3) در چندین خانواده (هرپس ویریده، پارامیکسوویریده، پاروویریده، پاکس ویریده، رئوویریده، رتروویریده) تعریف شده است که ارتباطات پیچیده را بین ویروس‌های این خانواده نشان می‌دهد. خانواده‌های ویروسی که خصوصیات مشترکی دارند، در گروه بزرگتری به نام رده (order) قرار می‌گیرند. برای مثال رده مونونگاویرال‌ها (Mononegavirales) شامل خانواده‌های بورناویریده، فیلوویریده، پارامیکسوویریده و رابدوویریده می‌باشد. کمیته بین‌المللی طبقه‌بندی ویروس‌ها تا سال ۲۰۱۷، بیش از ۴۴۰۰ ویروس جانوری و گیاهی را به ۱۲۲ خانواده و ۷۳۵ جنس دسته‌بندی نمود.

خصوصیات خانواده‌های مهم ویروس‌های حیوانی با اهمیت در بیماری‌های انسانی، در جدول ۱-۲۹ خلاصه شده است. این خانواده‌ها به طور خلاصه به ترتیب در جدول ۱-۲۹ نشان داده شده‌اند و توضیح کامل آن در بخش‌های بعدی بیان خواهد شد.

بررسی ویروس‌های دارای DNA

الف) پاروویروس‌ها (Paroviridae)

پاروویروس‌ها (در لاتین پاروس -parvus- به معنای کوچک است) ویروس‌هایی بسیار کوچک با قطر حدود ۱۸-۲۶ نانومتر می‌باشند. این ویروس‌ها تقارن مکعبی با ۳۲ کپسومر دارند اما فاقد پوشش می‌باشند. ژنوم آنها خطی بوده و زنجیر منفرد DNA به اندازه ۵kb دارند. ویروس فقط در سلول‌های در حال تقسیم فعال تکثیر می‌شود و در هسته سلول آلوده کسپید تجمع می‌یابد. پاروویروس انسانی B19 در سلول‌های رده اریترئوئید که هنوز بالغ نشده‌اند، تکثیر می‌یابد و عامل بیماری کم‌خونی آپلاستیک، بیماری پنجم و مرگ جنین می‌باشد (به فصل ۳۱ مراجعه کنید).

ج) پولیوماو ویروس‌ها (Polyomaviridae)

ویروس‌های کوچک (۴۵nm)، بدون پوشش، پایدار در برابر حرارت، مقاوم به اتر، دارای تقارن مکعبی با ۷۲ کپسومر می‌باشند. این نام از کلمات یونانی - poly (خیلی) و oma (تومور) - گرفته شده است و به توانایی برخی از این ویروس‌ها در تومورزایی در برخی میزبان‌ها اشاره دارد. ژنوم این ویروس‌ها از DNA دورشته‌ای حلقوی با اندازه ۵kbp تشکیل شده است. دارای چرخه تکثیر آهسته بوده و سنتز DNA سلول را تحریک و درون هسته سلول تکثیر می‌یابند. شناخته شده‌ترین پولیوما ویروس‌های انسانی شامل ویروس JC (عامل لوکوآنسفالوپاتی چندکانونی پیش‌رونده)، ویروس BK (عامل نفروپاتی در دریافت‌کنندگان پیوند کلیه)؛ و ویروس سلول مرکل (Merkel Cell virus) که در ارتباط با اغلب کارسینوماهای پوستی سلول مرکل دیده می‌شود، می‌باشند، SV40، ویروس پریمات‌ها، نیز می‌تواند انسان‌ها را آلوده کند. اغلب گونه‌های حیوانی حاملین عفونت‌های مزمن ناشی از یک یا چند پولیوماویروس هستند (به فصل ۴۳ مراجعه کنید).

د) پاپیلوماویروس‌ها (Papillomaviridae)

پاپیلوماویروس‌ها شباهت‌های بسیاری با پولیوماویروس‌ها دارند، اما ژنوم آنها بزرگتر (۸kbp) و اندازه ذرات ۶۰-۵۵nm می‌باشد. نام آنها به لغت لاتین papilla (برآمدگی کوچک) و لغت یونانی oma - (تومور) اشاره دارد و ضایعات شبه-زگیل عفونت‌های این ویروس‌ها را توصیف می‌نماید. انواع مختلفی از پاپیلوماویروس انسانی وجود دارد، و انواع پرخطر خاصی از آنها عوامل مسئول سرطان دستگاه تناسلی در انسان‌ها هستند (به فصل ۴۳ مراجعه کنید).

ذ) آدنوویروس‌ها (Adenoviridae)

آدنوویروس‌ها (از نام لاتین adenos به معنای غده گرفته شده است) ویروس‌هایی با اندازه متوسط (۷۰-۹۰ نانومتر)، بدون پوشش بوده که تقارن مکعبی دارند. فیبرها از رأس کپسومر به طرف بیرون امتداد یافته‌اند و در اتصالشان به میزبان کمک می‌کنند. ژنوم آنها DNA دو رشته‌ای خطی به اندازه ۲۶-۴۸kbp می‌باشد. تکثیر ویروس در هسته سلول رخ می‌دهد. طرح‌های پیچیده برش‌دهی (splicing) معمولاً mRNAها را تولید می‌کنند. حداقل ۶۷ تیپ از این ویروس‌ها قادرند غشاء مخاطی انسان را آلوده و بعضی می‌توانند در بافت‌های لنفوئیدی پایدار بمانند. برخی از آدنوویروس‌ها بیماری‌های حاد تنفسی،

التهاب ملتحمه چشم و گاستروانتریت ایجاد می‌کنند. برخی از آدنوویروس‌های انسانی در نوزاد هامستر قادر به ایجاد تومور می‌باشند. سروتیپ‌های زیادی می‌توانند حیوانات را آلوده سازند (به فصل‌های ۳۲ و ۴۳ مراجعه شود).

و) هپادناویروس‌ها (Hepadnaviridae)

هپادناویروس‌ها (از نام لاتین hepa به معنای کبد گرفته شده است) ویروس‌های کوچک (به قطر ۴۸-۴۰ نانومتر) پوشش‌دار بوده که دارای مولکول‌های DNA حلقوی که به طور ناقص دو-رشته‌ای‌اند و به اندازه ۳/۲kbp می‌باشند. در هنگام همانندسازی، قسمتی از DNA که زنجیر منفرد است ترمیم می‌شود و رونویسی از RNA انجام شده و ترانس‌کریپشن معکوس از روی RNA، در ساختن DNA ژنوم نقش دارد. این ویروس حاوی نوکلئوکپسید ۲۷ نانومتری با تقارن ۲۰ وجهی است که درون یک پوشش چسبنده قرار دارد و دارای لیپید و آنتی‌ژن سطحی ویروس می‌باشد. پروتئین سطحی آن در طی تکثیر ویروس در کبد به مقدار فراوان ساخته شده و به جریان خون رها می‌شود. هپادناویروس‌ها، مانند ویروس هپاتیت B، هپاتیت حاد و مزمن ایجاد می‌کنند؛ عفونت‌های پایدار اغلب با سرطان کبد مرتبط هستند انواعی از این ویروس‌ها شناخته شده‌اند که پستانداران و اردک‌ها را آلوده می‌نمایند (به فصل ۲۵ مراجعه شود).

ه) هرپس ویروس‌ها (Herpesviridae)

هرپس ویروس‌ها خانواده بزرگی از ویروس‌ها با قطر ۱۵۰ تا ۲۰۰ نانومتر می‌باشند. نام آنها به لغت لاتین herpes (جنبنده) که توصیفگر ماهیت پیشرونده ضایعات پوستی ناشی از این ویروس‌هاست، اشاره دارد. نوکلئوکپسید آنها حدود ۱۰۰ نانومتر قطر و تقارن مکعبی دارد و حاوی ۱۶۲ کپسومر است که توسط یک پوشش لیپیدی احاطه شده است. ژنوم این ویروس‌ها، DNA دورشته‌ای خطی به اندازه ۱۲۰-۲۴۰kbp می‌باشد. در تمام عمر انسان عفونت پنهان ممکن است در سلول‌های لنفوبلاستوئید یا گانگلیال باقی بماند. هرپس ویروس‌های انسانی شامل هرپس سیمپلکس تیپ ۱ و ۲ (ضایعات دهانی و تناسلی)، ویروس واریسلا - زوستر (آبله مرغان و زونا)، سیتومگالوویروس، ویروس اپشتاین بار (مونونوکلئوز عفونی) و ارتباط این ویروس با نئوپلاسم انسانی، هرپس ویروس انسانی تیپ ۶ و ۷ (لنفوتروپیک T) و هرپس ویروس انسانی تیپ ۸ (مرتبط با سارکوم کاپوس) می‌باشند. بعضی از هرپس

ج) پولیوماو ویروس‌ها (Polyomaviridae)

ویروس‌های کوچک (۴۵nm)، بدون پوشش، پایدار در برابر حرارت، مقاوم به اتر، دارای تقارن مکعبی با ۷۲ کپسومر می‌باشند. این نام از کلمات یونانی - poly (خیلی) و oma (تومور) - گرفته شده است و به توانایی برخی از این ویروس‌ها در تومورزایی در برخی میزبان‌ها اشاره دارد. ژنوم این ویروس‌ها از DNA دورشته‌ای حلقوی با اندازه ۵kbp تشکیل شده است. دارای چرخه تکثیر آهسته بوده و سنتز DNA سلول را تحریک و درون هسته سلول تکثیر می‌یابند. شناخته شده‌ترین پولیوما ویروس‌های انسانی شامل ویروس JC (عامل لوکوآنسفالوپاتی چندکانونی پیش‌رونده)، ویروس BK (عامل نفروپاتی در دریافت‌کنندگان پیوند کلیه)؛ و ویروس سلول مرکل (Merkel Cell virus) که در ارتباط با اغلب کارسینوماهای پوستی سلول مرکل دیده می‌شود، می‌باشند، SV40، ویروس پریمات‌ها، نیز می‌تواند انسان‌ها را آلوده کند. اغلب گونه‌های حیوانی حاملین عفونت‌های مزمن ناشی از یک یا چند پولیوماویروس هستند (به فصل ۴۳ مراجعه کنید).

د) پاپیلوماویروس‌ها (Papillomaviridae)

پاپیلوماویروس‌ها شباهت‌های بسیاری با پولیوماویروس‌ها دارند، اما ژنوم آنها بزرگتر (۸kbp) و اندازه ذرات ۶۰-۵۵nm می‌باشد. نام آنها به لغت لاتین papilla (برآمدگی کوچک) و لغت یونانی oma - (تومور) اشاره دارد و ضایعات شبه-زگیل عفونت‌های این ویروس‌ها را توصیف می‌نماید. انواع مختلفی از پاپیلوماویروس انسانی وجود دارد، و انواع پرخطر خاصی از آنها عوامل مسئول سرطان دستگاه تناسلی در انسان‌ها هستند (به فصل ۴۳ مراجعه کنید).

ذ) آدنووایروس‌ها (Adenoviridae)

آدنووایروس‌ها (از نام لاتین adenos به معنای غده گرفته شده است) ویروس‌هایی با اندازه متوسط (۷۰-۹۰ نانومتر)، بدون پوشش بوده که تقارن مکعبی دارند. فیبرها از رأس کپسومر به طرف بیرون امتداد یافته‌اند و در اتصالشان به میزبان کمک می‌کنند. ژنوم آنها DNA دو رشته‌ای خطی به اندازه ۲۶-۴۸kbp می‌باشد. تکثیر ویروس در هسته سلول رخ می‌دهد. طرح‌های پیچیده برش‌دهی (splicing) معمولاً mRNAها را تولید می‌کنند. حداقل ۶۷ تیپ از این ویروس‌ها قادرند غشاء مخاطی انسان را آلوده و بعضی می‌توانند در بافت‌های لنفوئیدی پایدار بمانند. برخی از آدنووایروس‌ها بیماری‌های حاد تنفسی،

التهاب ملتحمه چشم و گاستروانتریت ایجاد می‌کنند. برخی از آدنووایروس‌های انسانی در نوزاد هامستر قادر به ایجاد تومور می‌باشند. سروتیپ‌های زیادی می‌توانند حیوانات را آلوده سازند (به فصل‌های ۳۲ و ۴۳ مراجعه شود).

و) هپادناویروس‌ها (Hepadnaviridae)

هپادناویروس‌ها (از نام لاتین hepa به معنای کبد گرفته شده است) ویروس‌های کوچک (به قطر ۴۸-۴۰ نانومتر) پوشش‌دار بوده که دارای مولکول‌های DNA حلقوی که به طور ناقص دو-رشته‌ای‌اند و به اندازه ۳/۲kbp می‌باشند. در هنگام همانندسازی، قسمتی از DNA که زنجیر منفرد است ترمیم می‌شود و رونویسی از RNA انجام شده و ترانس‌کریپشن معکوس از روی RNA، در ساختن DNA ژنوم نقش دارد. این ویروس حاوی نوکلئوکپسید ۲۷ نانومتری با تقارن ۲۰ وجهی است که درون یک پوشش چسبنده قرار دارد و دارای لیپید و آنتی‌ژن سطحی ویروس می‌باشد. پروتئین سطحی آن در طی تکثیر ویروس در کبد به مقدار فراوان ساخته شده و به جریان خون رها می‌شود. هپادناویروس‌ها، مانند ویروس هپاتیت B، هپاتیت حاد و مزمن ایجاد می‌کنند؛ عفونت‌های پایدار اغلب با سرطان کبد مرتبط هستند انواعی از این ویروس‌ها شناخته شده‌اند که پستانداران و اردک‌ها را آلوده می‌نمایند (به فصل ۲۵ مراجعه شود).

ه) هرپس ویروس‌ها (Herpesviridae)

هرپس ویروس‌ها خانواده بزرگی از ویروس‌ها با قطر ۱۵۰ تا ۲۰۰ نانومتر می‌باشند. نام آنها به لغت لاتین herpes (جنبنده)، که توصیفگر ماهیت پیشرونده ضایعات پوستی ناشی از این ویروس‌هاست، اشاره دارد. نوکلئوکپسید آنها حدود ۱۰۰ نانومتر قطر و تقارن مکعبی دارد و حاوی ۱۶۲ کپسومر است که توسط یک پوشش لیپیدی احاطه شده است. ژنوم این ویروس‌ها، DNA دورشته‌ای خطی به اندازه ۱۲۰-۲۴۰kbp می‌باشد. در تمام عمر انسان عفونت پنهان ممکن است در سلول‌های لنفوبلاستوئید یا گانگلیال باقی بماند. هرپس ویروس‌های انسانی شامل هرپس سیمپلکس تیپ ۱ و ۲ (ضایعات دهانی و تناسلی)، ویروس واریسلا - زوستر (آبله مرغان و زونا)، سیتومگالوویروس، ویروس اپشتاین بار (مونونوکلئوز عفونی) و ارتباط این ویروس با نئوپلاسم انسانی، هرپس ویروس انسانی تیپ ۶ و ۷ (لنفوتروپیک T) و هرپس ویروس انسانی تیپ ۸ (مرتبط با سارکوم کاپوس) می‌باشند. بعضی از هرپس

ویروس‌های دیگر در حیوانات مشاهده شده‌اند (به فصل ۳۳ و ۴۳ مراجعه شود).

ی) پاکس‌ویروس‌ها (Poxviridae)

پاکس‌ویروس‌ها ویروس‌های بزرگ آجری یا بیضی‌شکل با طول ۲۲۰-۴۵۰ نانومتر و عرض ۲۶۰-۱۴۰ نانومتر و ضخامت ۱۴۰-۲۶۰ نانومتر می‌باشند. ساختمان این ویروس‌ها پیچیده و حاوی پوشش لیپیدی می‌باشد. این نام از نژاد انگلوساکسون‌ها به معنای کیسه گرفته شده است که به ضایعات پوستی وزیکولار خاص اشاره دارد. ژنوم این ویروس‌ها از DNA دو رشته‌ای خطی بسته شده به طور کووالانسی با اندازه ۱۳۰-۳۷۵kbp تشکیل شده است. پاکس‌ویروس‌ها دارای ۱۰۰ پروتئین بوده که برخی از آنها مانند RNA پلی‌مراز وابسته به DNA، فعالیت آنزیمی دارند. تمامی مراحل چرخه تکثیر، در سیتوپلاسم سلول انجام می‌شود. برخی از آنها مانند آبله، واکسینیا، مولوسکوم کونتاجیوزوم در انسان و مابقی در حیوانات بیماریزا بوده (آبله گاوی، آبله میمون) که می‌توانند انسان‌ها را نیز آلوده نمایند (به فصل ۳۴ مراجعه شود).

بررسی ویروس‌های دارای RNA

الف) پیکورناویروس‌ها (Picornaviridae)

پیکورناویروس‌ها ویروس‌های کوچک به قطر ۲۸-۳۰ نانومتر، مقاوم به اتر و دارای تقارن مکعبی هستند. دارای زنجیر منفرد RNA بوده و پلاریته - مثبت (positive-sense) می‌باشند، یعنی به عنوان mRNA عمل می‌کنند و اندازه آنها ۷/۲-۸/۴ کیلوباز می‌باشد. گروه‌های آلوده‌کننده انسان شامل: **انتروویروس‌ها** (پولیوویروس، کوکساکسی ویروس، اکوویروس‌ها، پارکوویروس‌ها و رینوویروس‌ها [بیش از ۱۰۰ سروتیپ آنها عامل سرماخوردگی معمولی است]) و **هپاتوویروس (هپاتیت A)** می‌باشند. رینوویروس‌ها نسبت به اسید ناپایدار و چگالی بالایی دارند؛ اما سایر انتروویروس‌ها مقاوم به اسید و دارای چگالی کمتری می‌باشند. پیکورناویروس‌های آلوده‌کننده حیوانات شامل: **عامل بیماری پا و دهان چهارپایان و آنسفالمیوکاردیت جوندگان** می‌باشند (به فصل ۳۶ مراجعه شود).

ب) آستروویروس‌ها (Astroviridae)

آستروویروس‌ها ویروس‌هایی به اندازه پیکورناویروس‌ها (با قطر ۲۸-۳۰ نانومتر) بوده و سطح آنها ممکن است شبیه شکل ستاره باشد. ژنوم آنها به صورت زنجیر منفرد RNA خطی و پلاریته -

مثبت به اندازه ۷-۶/۸ کیلوباز می‌باشد. این ویروس‌ها با گاستروآنتریت در انسان‌ها و بیماری‌های نورولوژیک در برخی از حیوانات مرتبط هستند (به فصل ۳۷ مراجعه شود).

ج) کلسی‌ویروس‌ها (Caliciviridae)

کلسی‌ویروس‌ها این ویروس‌ها مشابه پیکورناویروس‌ها بوده اما نسبت به آنها اندکی بزرگتر (۴۰-۲۷ نانومتر) هستند. به نظر می‌رسد که فرورفتگی‌های فنجان‌شکل در سطح خود دارند. ژنوم آنها زنجیر منفرد و پلاریته - مثبت RNA به اندازه ۷/۳-۸/۳kb بوده و ویریون فاقد پوشش می‌باشد. پاتوژن‌های مهم انسانی، نوروویروس‌ها (مانند ویروس نورواک (Norwalk)) عامل گاستروآنتریت حاد اپیدمیک) در این گروه قرار دارند. برخی از ویروس‌های این خانواده گربه‌ها و شیرهای دریایی و پریمات‌ها را آلوده می‌سازند. (به فصل ۳۷ مراجعه شود).

د) هپی‌ویروس‌ها (Hepeviridae)

هپی‌ویروس‌ها مشابه کلسی‌ویروس‌ها هستند. این پارتیکل‌ها کوچک (۳۲-۳۴ نانومتر) و مقاوم به اتر هستند. ژنوم آنها زنجیر منفرد و پلاریته مثبت به اندازه ۷/۲ kb می‌باشد. این ویروس فاقد پروتئین متصل به ژنوم (VPg) است. ویروس هپاتیت E انسانی متعلق به این گروه می‌باشد (به فصل ۲۵ مراجعه شود).

ث) پیکوبیرناویروس‌ها (Picobirnaviridae)

پیکوبیرناویروس‌ها ویروس‌های کوچک (۳۵-۴۰ نانومتر) بدون پوشش با ساختار بیست وجهی هستند. ژنوم آنها RNA خطی، دو - رشته‌ای، قطعه قطعه (دو جزئی) به طول ۴ کیلوباز است. هنوز ارتباط‌های آنها با بیماری انسان نامشخص باقی مانده است.

ه) رئوویروس‌ها (Reoviridae)

رئوویروس‌ها ویروس‌هایی به اندازه متوسط (به قطر ۸۰-۶۰ نانومتر)، مقاوم به اتر، فاقد پوشش و دارای تقارن بیست وجهی می‌باشند. ذرات ویروسی دارای دو یا سه پوشش پروتئینی بوده که توسط کانال‌هایی از سطح به بخش مرکزی امتداد یافته‌اند. برآمدگی‌های کوتاهی از سطح ویریون به طرف خارج ویروس ایجاد می‌شود. ژنوم آنها RNA دو رشته‌ای خطی، قطعه قطعه شده (۱۰-۱۲ قطعه) بوده که در مجموع به اندازه ۱۸-۳۰kbp می‌باشد. اندازه هر قطعه RNA از ۲۰۰bp تا ۳۰۰۰bp می‌باشد. تکثیر ویروس در سیتوپلاسم سلول میزبان صورت می‌گیرد و بازآرایی قطعات ژنوم ویروس به سرعت رخ می‌دهد.

ر) فلاوی ویروس‌ها (Flaviviridae)

فلاوی ویروس‌ها، ویروس‌های دارای پوشش به قطر ۶۰-۸۰ نانومتر و RNA تک‌رشته‌ای پلاریته - مثبت می‌باشند. اندازه ژنوم بین ۹/۵ kb تا ۱۲ kb متفاوت می‌باشد. ویروئیدهای بالغ در سیستم‌های (cisternae) شبکه آندوپلاسمی تجمع می‌یابند. ویروس تب زرد^(۴) و ویروس دنگو^(۵) در این گروه قرار دارند. بیشتر اعضای این گروه، با مکیدن خون توسط حشرات، منتقل می‌شوند. ویروس هیپاتیت C یک فلاوی ویروس است که هم‌اکنون ناقلی برای آن شناسایی نشده است (فصل‌های ۳۵ و ۳۸ مراجعه شود).

ح) آرنا ویروس‌ها (Arenaviridae)

آرنا ویروس‌ها ویروس‌های چندشکلی، دارای پوشش به اندازه ۳۰۰-۶۰۰ نانومتر (میانگین ۱۳۰-۱۱۰ نانومتر) می‌باشند. ژنوم آنها RNA تک‌رشته‌ای، حلقوی و قطعه‌قطعه با پلاریته - منفی و ambisense به اندازه کلی ۱۴-۱۰ کیلوباز می‌باشد. تکثیر سیتوپلاسم سلول اتفاق می‌افتد و با جوانه‌زدن از طریق غشای سلولی از سلول خارج می‌گردند. ویروئیدها، ریبوزوم‌های سلول میزبان را در طی کامل شدن احاطه کرده و ظاهری دانه‌دار به خود می‌گیرند. اکثر ویروس‌هایی که در این خانواده قرار دارند اختصاصی مناطق گرمسیری آمریکا (به عنوان مثال مجموعۀ تاکارایب [Tacaribe]) می‌باشند. تمامی آرنا ویروس‌ها بیماری‌زای انسانی، عفونت‌های مزمن در جوندگان ایجاد می‌کنند. ویروس تب لاسا در آفریقا در این گروه قرار دارد. جهت کار با ویروس‌ها باید مقررات آزمایشگاهی ویژه ایمنی را رعایت نمود (به فصل ۳۸ مراجعه شود).

خ) کورونا ویروس‌ها (Coronaviridae)

کورونا ویروس‌ها ویروس‌ها دارای پوششی به اندازه ۱۶۰-۲۰۰ نانومتر و ژنوم قطعه نشده از زنجیر منفرد RNA پلاریته - مثبت به اندازه ۲۷-۳۲ kb می‌باشند. این ویروس‌ها مشابهِ ارتومیکسو ویروس‌ها می‌باشند؛ اما کورونا ویروس‌ها در سطح یک ردیف زوائد گلبندی شکل شبیه تاج خورشید دارند. سیتوپلاسم سلول نوکلئوکسپید ویروس تشکیل شده و از طریق جوانه‌زدن به درون وزیکول‌های سیتوپلاسمی کامل می‌گردند. طور عمومی اغلب کورونا ویروس‌های انسانی بیماری‌های خفیف

رئو ویروس‌های انسانی شامل روتا ویروس‌ها بوده که ظاهری چرخ‌مانند دارند و گاستروآنتریت ایجاد می‌کنند. رئو ویروس‌های با خاصیت آنتی‌ژنی مشابه، بسیاری از حیوانات را آلوده می‌کنند. جنس کولتی ویروس (Coltivirus) مانند ویروس تب کهنه‌ای کلرادو در انسان، در این گروه قرار دارد (به فصل ۳۷ مراجعه شود).

و) آربو ویروس‌ها و ویروس‌های منتقله از طریق جوندگان

(Arboviruses and Rodent-borne viruses)

آربو ویروس‌ها و ویروس‌های منتقله از طریق جوندگان یک گروه اکولوژیکی از ویروس‌ها (نه یک خانواده ویروسی) با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت می‌باشند. این آربو ویروس‌ها (بیش از ۳۵۰ نوع از آنها) چرخه زندگی پیچیده‌ای دارند، و حشرات ناقل ویروس‌ها را از راه نیش خود به میزبان‌های مهره‌دار منتقل می‌کنند. تکثیر ویروس به حشره آلوده آسیبی نمی‌رساند. آربو ویروس‌ها از طریق پشه‌ها و کنه‌های ناقل، انسان، پستانداران، پرندگان و خزندگان را آلوده می‌نمایند. ویروس‌های بیماری‌زای انسانی این گروه شامل: دنگو (dengue)، تب زرد (yellow fever)، تب غرب نیل (west Nile fever)، و ویروس‌های انسفالیت هستند. ویروس‌های منتقله از طریق جوندگان عفونت‌های پایداری را در جوندگان بوجود می‌آورند و بدون یک ناقل بندپا منتقل می‌شوند. بیماری‌های انسانی شامل عفونت‌های هانتا ویروس و تب لاسا (Lassa virus) هستند. ویروس‌های این گروه‌بندی اکولوژیک متعلق به خانواده‌های مختلفی شامل: آرنا ویروس، فلاوی ویروس، رئو ویروس، رابدو ویروس و توگا ویروس هستند (به فصل ۳۸ مراجعه شود).

ز) توگا ویروس‌ها (Togaviridae)

بسیاری از آربو ویروس‌های پاتوژن مهم انسانی این گروه شامل آلفا ویروس‌ها^(۱) و همچنین ویروس سرخجه^(۲) می‌باشند. این ویروس‌ها دارای پوشش حاوی لیپید بوده و به اثر حساس هستند. ژنوم آنها زنجیر منفرد پلاریته - مثبت RNA به اندازه ۹/۷-۱۱/۸ kb می‌باشد. اندازه ویروئید به همراه پوشش آن ۶۵-۷۰ نانومتر است. ذرات ویروس از غشای سلول‌های میزبان از طریق جوانه‌زدن کامل می‌شوند. مثال این گروه، ویروس انسفالیت اسبی شرقی^(۳) می‌باشد. ویروس سرخجه ناقل بندپا ندارد (به فصل‌های ۳۸ و ۴۰ مراجعه شود).